

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-102661

(43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.Cl.

H01S 3/06

C03B 20/00

C03C 13/04

(21)Application number : 11-275028

(71)Applicant : ASAHI GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 28.09.1999

(72)Inventor : SUGIMOTO NAOKI
KUROIWA YUTAKA
ITO SETSUO

(54) OPTICAL AMPLIFYING GLASS FIBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical amplifying glass fiber which can be housed in a container of about 30 cm in length, without being wound like a bobbin and is corresponding to WDM sufficient to obtain a wide-band gain to a light of 1.5 to 1.6 μm .

SOLUTION: This optical amplifying glass fiber is 25 cm in length, and its core glass is added with an Er, and then its wavelength width is 30 nm or larger sufficient to obtain a gain to a light of 1.50 to 1.59 μm in wavelength.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

12

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-102661

(P 2001-102661A)

(43) 公開日 平成13年4月13日(2001. 4. 13)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 S	3/06	H 0 1 S	3/06 B 4G014
C 0 3 B	20/00	C 0 3 B	20/00 F 4G062
C 0 3 C	13/04	C 0 3 C	13/04 5F072

審査請求 未請求 請求項の数 2

O L

(全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平11-275028

(22) 出願日 平成11年9月28日(1999. 9. 28)

(71) 出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区有楽町一丁目12番1号

(72) 発明者 杉本 直樹

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社内

(72) 発明者 黒岩 裕

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社内

(72) 発明者 伊藤 節郎

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光増幅ガラスファイバ

(57) 【要約】

【課題】 ボビン状に巻くことなく30cm程度の容器に収容でき、かつ1.5～1.6μmの光に対し広帯域利得が得られるWDM対応の光増幅ガラスファイバを得る。

【解決手段】 長さが25cm以下であり、コアガラスにErが添加されており、かつ、1.50～1.59μmの波長の光に対し利得が得られる波長幅が30nm以上である光増幅ガラスファイバ。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コアガラスとクラッドガラスからなり、該コアガラスと該クラッドガラスのそれぞれの屈折率

n_1 、 n_2 の間に、

$$0.0005 \leq (n_1 - n_2) / n_1 \leq 0.1$$

の関係が成り立っているガラスファイバであって、

長さが 25 cm 以下であり、かつ、コアガラスに E_r が添加されており、かつ、1.50~1.59 μm の波長の光に対し利得が得られる波長幅が 30 nm 以上である光増幅ガラスファイバ。

【請求項 2】 1.53 μm の波長の光に対する利得が 8 dB 以上である請求項 1 に記載の光増幅ガラスファイバ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、1.5~1.6 μm の波長域で動作可能な光増幅ガラスファイバに関する。

【0002】

【従来の技術】 光通信分野への応用を目的として、コアに希土類元素を添加したガラスファイバを光増幅媒体とした光増幅器、特に E_r (エルビウム) 添加光ファイバ増幅器の研究開発が進められ、光通信システムへの応用が盛んに進められている。

【0003】 一方、将来見込まれる通信サービスの多様化に対応するために、伝送容量の拡大を図る波長多重光通信方式 (WDM) が提案されている。WDM においては、波長多重のチャンネル数が増加するほど伝送容量が大きくなる。「 E_r 添加光ファイバをコアとする光増幅ガラスファイバ」(EDF) の WDM への応用が検討されており、たとえばコアが E_r 添加石英系ガラスファイバである EDF (石英系 EDF)、コアが E_r 添加フッ化物ガラスファイバである EDF (フッ化物系 EDF)、等が従来提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 1.5~1.6 μm の波長域の光に対し、従来知られている石英系 EDF においては、その長さが 10~30 m であるときに最も利得が得られることが知られている (波長、 E_r 濃度、等によって最も利得が得られる長さは変わる)。したがって、石英系 EDF を用いた従来の光増幅器では、所望の光増幅を行い、かつ、石英系 EDF を 30 cm 程度の大きさの容器に収容するために、たとえば 10~30 m の石英系 EDF が直径 5 cm 程度のボビン状に巻かれたものが使用されている。しかしこのようにボビン状に巻くことにより石英系 EDF に曲げ応力が働き、長期間使用に際しては静的疲労のために石英系 EDF が破壊しやすい問題があった。

【0005】 また、従来知られているフッ化物系 EDF においては、その長さが 10~40 m であるときに 1.

5~1.6 μm の波長域の光に対し最も利得が得られることが知られており、これを用いた光増幅器でも石英系 EDF を用いた光増幅器と同様の問題があった。

【0006】 また、石英系 EDF、フッ化物系 EDF には、1.5~1.6 μm の波長域の光に対し利得が得られる波長幅が小さい問題があった。このような問題を解決するために、ボビン状に巻くことなく 30 cm 程度の大きさの容器に収容でき、かつ所望の光増幅が広帯域で得られる EDF が求められている。本発明は以上の課題を解決する EDF の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、コアガラスとクラッドガラスからなり、該コアガラスと該クラッドガラスのそれぞれの屈折率 n_1 、 n_2 の間に、 $0.0005 \leq (n_1 - n_2) / n_1 \leq 0.1$ の関係が成り立っているガラスファイバであって、長さが 25 cm 以下であり、かつ、コアガラスに E_r が添加されており、かつ、1.50~1.59 μm の波長の光に対し利得が得られる波長幅が 30 nm 以上である光増幅ガラスファイバを提供する。

【0008】

【発明の実施の形態】 本発明の光増幅ガラスファイバは、コアガラスとクラッドガラスからなる。通常はクラッドガラスの外側に保護用の樹脂がコーティングされる。前記樹脂として、シリコン系樹脂、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリイミド系樹脂、等が例示される。コアガラスの屈折率 n_1 とクラッドガラスの屈折率 n_2 の間には次式で表わされる関係が成立する。

$$0.0005 \leq (n_1 - n_2) / n_1 \leq 0.1$$

($n_1 - n_2$) / n_1 が 0.0005 未満では光をコアガラス内に閉じ込めることが困難になる。好ましくは 0.001 以上、より好ましくは 0.003 以上である。0.1 超では光増幅ガラスファイバ内を単一モードで光を伝播することが困難になる。好ましくは 0.08 以下、より好ましくは 0.05 以下である。

【0009】 コアガラスはマトリクスガラスに E_r を添加したものである。マトリクスガラスに対する E_r 添加量は 0.05~10 重量% (外掛け) であることが好ましい。0.05 重量% 未満では所望の光増幅 (利得、および、利得が得られる波長幅) が得られないおそれがある。好ましくは 0.1 重量% 以上、より好ましくは 0.2 重量% 以上である。10 重量% 超ではガラス化が困難になるおそれがある。好ましくは 5 重量% 以下、より好ましくは 3 重量% 以下である。

【0010】 前記マトリクスガラスは Bi_2O_3 を 25~70 モル% の範囲で含有することが好ましい。25 モル% 未満では所望の光増幅が得られないおそれがある。70 モル% 超ではガラス化が困難になるおそれがある。マトリクスガラスの好ましい組成は、モル% 表示で、 Bi_2O_3 : 25~70%、 $B_2O_3 + SiO_2$: 5~74.7

9%、 $\text{WO}_3 + \text{TeO}_2 + \text{Ga}_2\text{O}_3$: 0.1~30%、 CeO_2 : 0.01~10%、 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Ga}_2\text{O}_3$: 0.1~30%、である。

【0011】前記クラッドガラスの組成は、その屈折率 n_2 がコアガラスの屈折率 n_1 との前記関係を満たすように、通常は前記マトリクスガラスの組成をベースにして決められる。

【0012】本発明の光増幅ガラスファイバの長さは25cm以下である。25cm超では、ボビン状に巻くことなく30cm程度の大きさの容器に収容することが困難になる。好ましくは20cm以下、より好ましくは15cm以下である。また、その長さは0.5cm以上であることが好ましい。0.5cm未満では、取り扱い、または他のガラスファイバとの接続がそれぞれ困難となるおそれがある。より好ましくは1cm以上である。

【0013】光増幅ガラスファイバには信号光とともに励起光が入射される。この入射信号光の強度 I_{in} と光増幅ガラスファイバから出てきた信号光の強度 I_{out} とから、

$$G = 10 \times \log_{10} (I_{out} / I_{in})$$

によって算出される G を、本発明において利得（単位：dB）という。

【0014】本発明の光増幅ガラスファイバにおいては、1.50~1.59 μm の波長の光に対し利得が得られる（すなわち $G > 0$ である）波長幅は30nm以上である。30nm未満ではWDMにおけるチャンネル数が小さくなりすぎる。好ましくは50nm以上、より好ましくは60nm以上、特に好ましくは70nm以上、最も好ましくは80nm以上である。

【0015】本発明の光増幅ガラスファイバにおける1.50~1.59 μm の波長の光に対する利得の最小値は8dB以上であることが好ましい。8dB未満では所望の光増幅が得られないおそれがある。より好ましくは9dB以上、特に好ましくは10dB以上、最も好ましくは15dB以上である。本発明の光増幅ガラスファ*

	Bi_2O_3	B_2O_3	SiO_2	Ga_2O_3	Al_2O_3	CeO_2	Er
コアガラス	42.8	28.5	14.3	7.1	7.1	0.2	0.6
クラッドガラス	42.8	28.5	14.3	3.6	10.6	0.2	-

【0020】長さが6cm、10cm、15cmの3本の前記樹脂コートガラスファイバを準備し、1.50~1.59 μm の波長の光（信号光：0.001mW）と波長975nmの励起レーザー光（50mW）を光合波器で合成した光をこれら樹脂コートガラスファイバに入射した。樹脂コートガラスファイバを出た信号光の強度と入射信号光の強度から、波長1.50、1.53、1.56、1.59 μm の波長の光に対するこの樹脂コートガラスファイバの利得（単位：dB）を算出した。結果を表2に示す。

【0021】表2からわかるように、長さが6cmおよ

*イバの1.53 μm の波長の光に対する利得は8dB以上であることが好ましい。より好ましくは9dB以上、特に好ましくは10dB以上、もっとも好ましくは15dB以上である。

【0016】本発明の光増幅ガラスファイバは、たとえば次のようにして作製される。原料を混合し、白金ルツボ、アルミナルツボ、石英ルツボやイリジウムルツボ中に入れ、800~1300℃で空气中で熔融し、得られた融液を所定のモールドにキャストすることにより、コア用ガラスおよびクラッド用ガラスを作製する。次に、コア用ガラスとクラッド用ガラスを重ねて400~500℃で押し出し成形し、コア/クラッド構造を有するプリフォームを作製する。このプリフォームを約500℃の電気炉中に入れて軟化させ、所望の外径となるように制御しながら線引き加工する。クラッドガラスのまわりに樹脂層を形成する場合は、たとえば、前記線引き加工で得られたコア/クラッド構造ガラスファイバにUV硬化性樹脂をコーティング後UV照射を行い、前記樹脂層を形成する。

【0017】

【実施例】表1に示される組成を有するコアガラスおよびクラッドガラスからなり、直径（クラッド径）が125 μm 、コアガラス部分の直径が4 μm であるガラスファイバを作製した。表1に示された組成は、 Bi_2O_3 から CeO_2 までの成分についてはモル%で、Erについては重量%（外掛け）で、それぞれ示されている。

【0018】コアガラスの屈折率 n_1 は2.04、クラッドガラスの屈折率 n_2 は2.03であり、 $(n_1 - n_2) / n_1$ は0.0049である。前記ガラスファイバにUV硬化性アクリル樹脂をコーティングし、UV照射して直径250 μm の樹脂コートガラスファイバを作製した。

【0019】

【表1】

び10cmの樹脂コートガラスファイバについては1.50~1.59 μm の波長の光に対し利得が得られており、利得が得られる波長幅はいずれも0.09 μm すなわち90nmである。長さが15cmの樹脂コートガラスファイバについては少なくとも1.53~1.59 μm の波長の光に対し利得が得られており、利得が得られる波長幅は0.06 μm 以上0.09 μm 未満、すなわち60nm以上90nm未満である。また、これら樹脂コートガラスファイバの、波長1.53 μm の波長の光に対する利得はいずれも9dB以上である。

【0022】

【表 2】

波長 (nm)	1. 5 0	1. 5 3	1. 5 6	1. 5 9
長さ: 6 cm	10	16	14	9
長さ: 10 cm	4	12	12	8. 5
長さ: 15 cm	-4	9	11	8

【0023】

【発明の効果】本発明の光増幅ガラスファイバは、長さがたとえ 6 cm であっても所望の広帯域光増幅、たとえば WDM 対応の光増幅が可能である。その結果、たとえば 6 cm 程度の本発明の光増幅ガラスファイバを、通常使用されている 30 cm 程度の大きさの容器にボビン状*

*に巻くことなく収容した光増幅器によって広帯域の光増幅が可能となる。ボビン状に巻かれていない本発明の光増幅ガラスファイバが破壊するおそれは、ボビン状に巻いて通常使用される従来の光増幅ガラスファイバに比べて少なく、より信頼性の高い光増幅器を製造できる。

フロントページの続き

Fターム(参考) 4G014 AH00

4G062 AA06 BB01 CC10 DA01 DA02
DA03 DA04 DA05 DA06 DA07
DA10 DB01 DB02 DB03 DB04
DC01 DC02 DC03 DC04 DC05
DC06 DC07 DD01 DE01 DF01
EA01 EA10 EB01 EC01 ED01
EE01 EF01 EG01 FA01 FB01
FC01 FD01 FE01 FF01 FG01
FH01 FJ01 FK01 FL02 FL03
GA04 GA05 GA06 GB01 GC01
GD01 GD02 GD03 GD04 GE01
HH01 HH03 HH05 HH06 HH07
HH08 HH09 HH11 HH13 HH15
HH17 HH20 JJ01 JJ03 JJ05
JJ07 JJ10 KK01 KK03 KK05
KK07 KK10 LA10 LB10 MM04
NN40
5F072 AB09 AK06 JJ03 JJ09 JJ20
PP07 RR01 SS01 YY17